

Docket No.: 50024-036

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

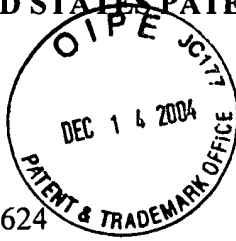
In re Application of

Yuji HAMADA, et al.

Application No.: 10/813,624

Filed: March 31, 2004

For: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE



: Customer Number: 20277

: Confirmation Number: 3821

: Group Art Unit: 1774

: Examiner: Not yet assigned

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Missing Parts
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on the following application:

Japanese Application No. 2003-097307, filed March 31, 2003

A copy of the priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,

McDERMOTT WILL & EMERY LLP

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Arthur J. Steiner".

Arthur J. Steiner
Registration No. 26,106

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
Phone: 202.756.8000 AJS:ete
Facsimile: 202.756.8087
Date: December 14, 2004

***Please recognize our Customer No. 20277
as our correspondence address.***

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 7 3 0 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 7 3 0 7]

願 人 三 洋 電 機 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 4 年 5 月 2 6 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫

出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 4 - 3 0 4 4 7 2 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 NPA1030027

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05B 33/00
G09G 3/30

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会
社内

【氏名】 浜田 祐次

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会
社内

【氏名】 坂田 雅一

【特許出願人】

【識別番号】 000001889

【氏名又は名称】 三洋電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100098305

【弁理士】

【氏名又は名称】 福島 祥人

【電話番号】 06-6330-5625

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 032920

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006012

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フェニルアミノ基を有する有機化合物を含む有機化合物膜を少なくとも 1 つ含む有機化合物層を備え、

前記有機化合物層中に重量濃度が 5 0 0 p p m 以下の不純物としての銅原子を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2】 前記有機化合物層中の前記不純物としての銅原子の重量濃度が 2 0 0 p p m 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 3】 フェニルアミノ基を有する有機化合物を含む有機化合物膜を少なくとも 1 つ含む有機化合物層を備え、

前記有機化合物層中に重量濃度が 8 0 0 p p m 以下の不純物としてのアルミニウム原子を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】 フェニルアミノ基を有する有機化合物を含む有機化合物膜を少なくとも 1 つ含む有機化合物層を備え、

前記有機化合物層中に重量濃度が 8 0 0 p p m 以下の不純物としての鉄原子を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】 フェニルアミノ基を有する有機化合物を含む有機化合物膜を少なくとも 1 つ含む有機化合物層を備え、

前記有機化合物層中に重量濃度が 9 0 0 p p m 以下の不純物としてのニッケル原子を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】 フェニルアミノ基を有する有機化合物を含む有機化合物膜を少なくとも 1 つ含む有機化合物層を備え、

前記有機化合物層中に重量濃度が 1 0 0 0 p p m 以下の不純物としてのナトリウム原子を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 7】 キノリノール基を有する有機化合物を含む有機化合物膜を少なくとも 1 つ含む有機化合物層を備え、

前記有機化合物層中に重量濃度が 8 0 0 p p m 以下の不純物としての鉄原子を

含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 8】 キノリノール基を有する有機化合物を含む有機化合物膜を少なくとも 1 つ含む有機化合物層を備え、

前記有機化合物層中に重量濃度が 900 ppm 以下の不純物としてのニッケル原子を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 9】 キノリノール基を有する有機化合物を含む有機化合物膜を少なくとも 1 つ含む有機化合物層を備え、

前記有機化合物層中に重量濃度が 1000 ppm 以下の不純物としてのナトリウム原子を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、情報機器の多様化に伴い、一般に使用されている CRT（陰極線管）に比べて消費電力が少ない平面表示素子に対するニーズが高まってきている。このような平面表示素子の一つとして、高効率・薄型・軽量・低視野角依存性等の特徴を有する有機エレクトロルミネッセンス（以下、有機 EL と略記する）素子が注目され、この有機 EL 素子を用いたディスプレイの開発が活発に行われている。

【0003】

有機 EL 素子は、電子注入電極とホール注入電極とからそれぞれ電子とホールとを発光内部へ注入し、注入された電子およびホールを発光内部中心で再結合させて有機分子を励起状態にし、この有機分子が励起状態から基底状態へと戻るときに蛍光を発生する自発光型の素子である。

【0004】

この有機 EL 素子は、発光材料である蛍光物質を選択することにより発光色を変化させることができ、マルチカラー、フルカラー等の表示装置への応用に対す

る期待が高まってきている。有機EL素子は低電圧で面発光できるため、液晶表示装置等のバックライトとして利用することも可能である。このような有機EL素子は、現在のところ、デジタルカメラや携帯電話等の小型ディスプレイへの応用が進んでいる段階である。

【0005】

一般的に、有機EL素子は、基板上に、ホール注入電極、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層および電子注入電極が順に積層された構造を有する。以下、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子輸送層および電子注入層を有機化合物層と呼ぶ。

【0006】

有機EL素子のホール注入層およびホール輸送層には、ホールの輸送能力が高いフェニルアミン誘導体が用いられている（例えば、特許文献1参照）。フェニルアミン誘導体を使用することにより、ホール注入層およびホール輸送層内で効率的にホールが輸送されている。

【0007】

【特許文献1】

特開平14-237384号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

有機EL素子を構成する有機化合物層において、種々の不純物は発光特性に係するものと考えられる。すなわち、ある不純物は発光特性を向上させるが、他のある不純物は発光特性を低下させる場合があると考えられる。

【0009】

しかしながら、有機化合物層中の特定の不純物が発光特性に与える影響については詳細には解明されていない。

【0010】

本発明の目的は、有機化合物層中の特定の不純物を制御することにより、発光効率および発光寿命が向上された有機EL素子を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

本発明者は、有機化合物層中の不純物が発光特性に与える影響を解明すべく、種々の実験および考察を重ねた結果、有機化合物層中の特定の金属不純物がキャリアの輸送能力を著しく低下させ、それにより発光特性が低下することを見出した。そして、有機化合物層中の特定の金属不純物の濃度を制御することにより、発光特性を向上させることができるという知見を得、以下の発見を案出した。

【0012】

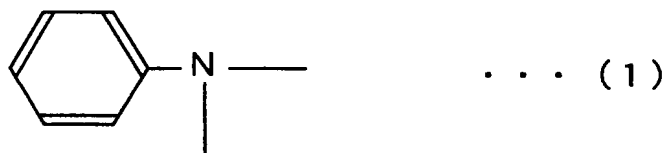
本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、フェニルアミノ基を有する有機化合物を含む有機化合物層を備え、有機化合物層中に重量濃度が500 ppm以下の不純物としての銅原子を含むものである。

【0013】

ここで、フェニルアミノ基は、下記式(1)で表される。

【0014】

【化1】



【0015】

有機化合物層中の不純物としての銅原子の重量濃度が500 ppm以下であることにより、有機化合物層中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0016】

有機化合物層中の不純物としての銅原子の重量濃度は200 ppm以下であってもよい。有機化合物層中の不純物としての銅原子の重量濃度が200 ppm以下であることにより、有機化合物層中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命をより向上させることができる。

【0017】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、フェニルアミノ基を有する有機化合物を含む有機化合物層を備え、有機化合物層中に重量濃度が800 ppm以下の不純物としてのアルミニウム原子を含むものである。

【0018】

有機化合物層中の不純物としてのアルミニウム原子の重量濃度が800 ppm以下であることにより、有機化合物層中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0019】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、フェニルアミノ基を有する有機化合物を含む有機化合物層を備え、有機化合物層中に重量濃度が800 ppm以下の不純物としての鉄原子を含むものである。

【0020】

有機化合物層中の不純物としての鉄原子の重量濃度が800 ppm以下であることにより、有機化合物層中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0021】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、フェニルアミノ基を有する有機化合物を含む有機化合物層を備え、有機化合物層中に重量濃度が900 ppm以下の不純物としてのニッケル原子を含むものである。

【0022】

有機化合物層中の不純物としてのニッケル原子の重量濃度が900 ppm以下であることにより、有機化合物層中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0023】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、フェニルアミノ基を有する有機化合物を含む有機化合物層を備え、有機化合物層中に重量濃度が1000

ppm以下の不純物としてのナトリウム原子を含むものである。

【0024】

有機化合物層中の不純物としてのナトリウム原子の重量濃度が1000 ppm以下であることにより、有機化合物層中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0025】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、複数の有機化合物膜を備え、複数の有機化合物膜のうち少なくとも1つの有機化合物膜は、フェニルアミノ基を有する有機化合物を含み、少なくとも1つの有機化合物膜の重量が、複数の有機化合物膜の合計の重量の30%以上である場合、少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としての銅原子の重量濃度が170 ppm以下であることが好ましい。

【0026】

少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としての銅原子の重量濃度が170 ppm以下であることにより、有機化合物膜中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0027】

少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としての銅原子の重量濃度は70 ppm以下であることが好ましい。

【0028】

少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としての銅原子の重量濃度が70 ppm以下であることにより、有機化合物膜中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命をより向上させることができる。

【0029】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、複数の有機化合物膜を備え、複数の有機化合物膜のうち少なくとも1つの有機化合物膜は、フェニルアミ

ノ基を有する有機化合物を含み、少なくとも1つの有機化合物膜の重量が、複数の有機化合物膜の合計の重量の30%以上である場合、少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としてのアルミニウム原子の重量濃度が270 ppm以下であることが好ましい。

【0030】

少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としてのアルミニウム原子の重量濃度が270 ppm以下であることにより、有機化合物膜中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0031】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、複数の有機化合物膜を備え、複数の有機化合物膜のうち少なくとも1つの有機化合物膜は、フェニルアミノ基を有する有機化合物を含み、少なくとも1つの有機化合物膜の重量が、複数の有機化合物膜の合計の重量の30%以上である場合、少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としての鉄原子の重量濃度が270 ppm以下であることが好ましい。

【0032】

少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としての鉄原子の重量濃度が270 ppm以下であることにより、有機化合物膜中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0033】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、複数の有機化合物膜を備え、複数の有機化合物膜のうち少なくとも1つの有機化合物膜は、フェニルアミノ基を有する有機化合物を含み、少なくとも1つの有機化合物膜の重量が、複数の有機化合物膜の合計の重量の30%以上である場合、少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としてのニッケル原子の重量濃度が300 ppm以下であることが好ましい。

【0034】

少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としてのニッケル原子の重量濃度が300ppm以下であることにより、有機化合物膜中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0035】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、複数の有機化合物膜を備え、複数の有機化合物膜のうち少なくとも1つの有機化合物膜は、フェニルアミノ基を有する有機化合物を含み、少なくとも1つの有機化合物膜の重量が、複数の有機化合物膜の合計の重量の30%以上である場合、少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としてのナトリウム原子の重量濃度が340ppm以下であることが好ましい。

【0036】

少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としてのナトリウム原子の重量濃度が340ppm以下であることにより、有機化合物膜中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0037】

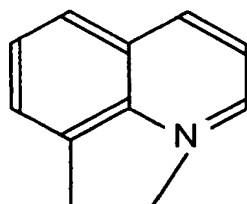
本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、キノリノール基を有する有機化合物を含む有機化合物層を備え、有機化合物層中に重量濃度が800ppm以下の不純物としての鉄原子を含むものである。

【0038】

ここで、キノリノール基は、下記式(2)で表される。

【0039】

【化2】



... (2)

【0040】

有機化合物層中の不純物としての鉄原子の重量濃度が800 ppm以下であることにより、有機化合物層中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0041】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、キノリノール基を有する有機化合物を含む有機化合物層を備え、有機化合物層中に重量濃度が900 ppm以下の不純物としてのニッケル原子を含むものである。

【0042】

有機化合物層中の不純物としてのニッケル原子の重量濃度が900 ppm以下であることにより、有機化合物層中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0043】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、キノリノール基を有する有機化合物を含む有機化合物層を備え、有機化合物層中に重量濃度が1000 ppm以下の不純物としてのナトリウム原子を含むものである。

【0044】

有機化合物層中の不純物としてのナトリウム原子の重量濃度が1000 ppm以下であることにより、有機化合物層中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0045】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、複数の有機化合物膜を備え、複数の有機化合物膜のうち少なくとも1つの有機化合物膜は、キノリノール基を有する有機化合物を含み、少なくとも1つの有機化合物膜の重量が、複数の有機化合物膜の合計の重量の30%以上である場合、少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としての鉄原子の重量濃度が270 ppm以下であることが好ましい。

【0046】

少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としての鉄原子の重量濃度が270 ppm以下であることにより、有機化合物膜中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0047】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、複数の有機化合物膜を備え、複数の有機化合物膜のうち少なくとも1つの有機化合物膜は、キノリノール基を有する有機化合物を含み、少なくとも1つの有機化合物膜の重量が、複数の有機化合物膜の合計の重量の30%以上である場合、少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としてのニッケル原子の重量濃度が300 ppm以下であることが好ましい。

【0048】

少なくとも1つの有機化合物膜中の不純物としてのニッケル原子の重量濃度が300 ppm以下であることにより、有機化合物膜中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0049】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、複数の有機化合物膜を備え、複数の有機化合物膜のうち少なくとも1つの有機化合物膜は、キノリノール基を有する有機化合物を含み、少なくとも1つの有機化合物膜の重量が、複数の有機化合物膜の合計の重量の30%以上である場合、少なくとも1つの有機化合

物膜中の不純物としてのナトリウム原子の重量濃度が 340 ppm 以下であることが好ましい。

【0050】

少なくとも 1 つの有機化合物膜中の不純物としてのナトリウム原子の重量濃度が 340 ppm 以下であることにより、有機化合物膜中に注入されたキャリアの輸送能力が向上する。それにより、キャリアの再結合の低下を防止することができる。その結果、発光層における発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0051】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態に係る有機エレクトロルミネッセンス（以下、有機 EL と略記する）素子について図面を参照しながら説明する。

【0052】

図 1 は本発明の実施の形態に係る有機 EL 素子の構造を示す模式図である。

図 1 に示すように、有機 EL 素子 100 においては、ガラス基板 1 上に透明電極膜からなるホール注入電極（陽極）2 が形成されている。ホール注入電極 2 上には、有機材料からなるホール注入層 3、有機材料からなるホール輸送層 4 および有機材料からなる発光層 5 が順に形成されている。また、発光層 5 上には、有機材料からなる電子輸送層 6 が形成されており、電子輸送層 6 上には、有機材料からなる電子注入層 7 が形成されている。さらに、電子注入層 7 上には、電子注入電極（陰極）8 が形成されている。有機化合物層 50 は、ホール注入層 3、ホール輸送層 4、発光層 5、電子輸送層 6 および電子注入層 7 からなる。この場合、ホール注入層 3、ホール輸送層 4、発光層 5、電子輸送層 6 および電子注入層 7 が複数の有機化合物膜に相当する。

【0053】

ホール注入層 3、ホール輸送層 4、発光層 5、電子輸送層 6 および電子注入層 7 は有機化合物からなる。なお、電子注入層 7 は、フッ化リチウム（LiF）等の無機材料からなってもよい。その場合には、有機化合物層 50 は、ホール注入層 3、ホール輸送層 4、発光層 5 および電子輸送層 6 からなる。

【0054】

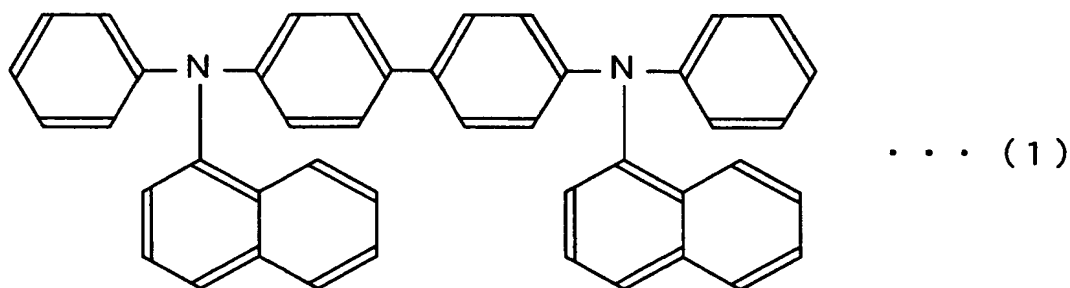
本実施の形態においては、有機化合物としてフェニルアミン誘導体の一種である下記式（1）で表される分子構造を有するN,N'-ジ(ナフタレン-1-イル)-N,N'-ジフェニル-ベンジジン(N,N'-Di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine: 以下、NPBと称する)を用いる。フェニルアミン誘導体は、ウルマン反応により生成される。ウルマン反応では、触媒として銅粉を用いる。

【0055】

また、有機化合物としてキノリン誘導体の一種である下記式（2）で表される分子構造を有するトリス（8-ヒドロキシキノリナト）アルミニウム（以下、Alqと称する）を用いる。

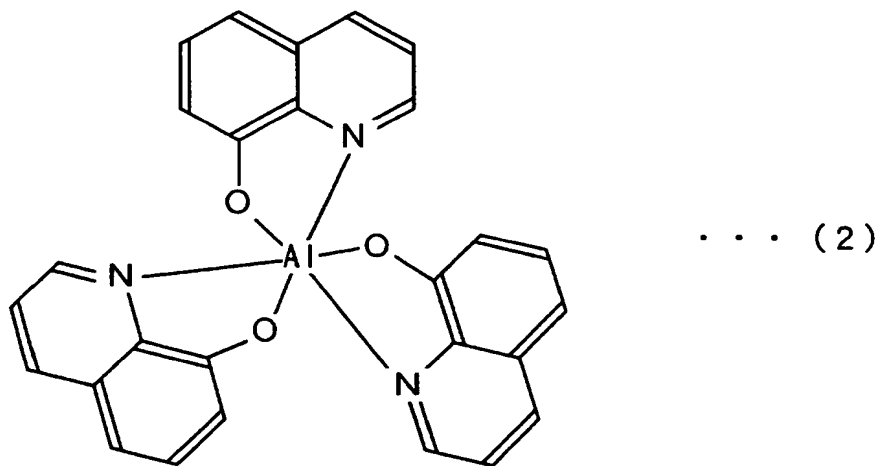
【0056】

【化3】



【0057】

【化4】



【0058】

また、ホール注入電極 2 は、ITO（インジウムスズ酸化物）等の金属化合物、銀等の金属または合金からなる透明電極、半透明電極または不透明電極である。また、電子注入電極 8 は、ITO 等の金属化合物、金属または合金からなる透明電極である。

【0059】

有機 EL 素子 100 のホール注入電極 2 と電子注入電極 8 との間に駆動電圧が印加されると発光層 5 が発光する。発光層 5 において発生された光は、電子注入電極 8 およびカラーフィルタ（図示せず）等を介して外部に取り出される。

【0060】

次に、本実施の形態における有機化合物層 50 に含まれる金属原子の含有量の測定方法について説明する。

【0061】

本実施の形態においては、有機化合物層 50 を構成する各層は、厚さが非常に薄く、また強度的にも弱いので、有機化合物層 50 の各層を分離して金属原子の含有量の測定を行うことは困難である。

【0062】

したがって、有機 EL 素子を溶媒で溶解することにより、ガラス基板 1 から有機化合物層 50 を分離させる。

【0063】

次に、上記溶媒を蒸発させることにより、溶媒に溶解された有機化合物層 50 を形成する有機化合物を固化させる。

【0064】

続いて、固化させた有機化合物の重量を秤量し、坩堝内で加熱して灰化させる。次に、灰化させた有機化合物に塩酸等の酸を加え、有機化合物に含まれる金属を溶解させる。続いて、有機化合物に酸を加えて金属を溶解させた試料を純粋で一定量に希釈し、ICP（誘導結合プラズマ）法により有機化合物中に含まれる金属原子の重量濃度を測定する。

【0065】

ICP 法とは、アルゴンプラズマの高温中に金属原子を含む試料を入れ、発生

する光を測定するものである。その光の波長は、金属原子に特有のものであり、光の強度は、試料中の金属原子の量に比例することから、試料中に含まれる金属原子の重量濃度の定量分析が可能となる。

【0066】

なお、本実施の形態では、ICP法を用いて金属原子の重量濃度を測定したが、原子吸光法等を用いて測定してもよい。

【0067】

有機化合物層50のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）を含有する有機EL素子100において、有機化合物層50に含まれる不純物としての銅原子の重量濃度は500ppm以下であることが好ましい。それにより、発光層5の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0068】

また、有機化合物層50に含まれる不純物としての銅原子の重量濃度は200ppm以下であることがより好ましい。それにより、発光層5の発光効率および発光寿命をより向上させることができる。

【0069】

また、有機化合物層50のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）を含有する有機EL素子100において、有機化合物層50に含まれる不純物としてのアルミニウム原子の重量濃度は800ppm以下であることが好ましい。それにより、発光層5の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0070】

また、有機化合物層50のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）を含有する有機EL素子100において、有機化合物層50に含まれる不純物としての鉄原子の重量濃度は800ppm以下であることが好ましい。それにより、発光層5の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0071】

また、有機化合物層50のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）を含有する有機EL素子100において、有機化合物層50に含まれる不

純物としてのニッケル原子の重量濃度は900 ppm以下であることが好ましい。それにより、発光層5の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0072】

さらに、有機化合物層50のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）を含有する有機EL素子100において、有機化合物層50に含まれる不純物としてのナトリウム原子の重量濃度は1000 ppm以下であることが好ましい。それにより、発光層5の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0073】

有機化合物層50のいずれかの層にキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有する有機EL素子100において、有機化合物層50に含まれる不純物としての鉄原子の重量濃度は800 ppm以下であることが好ましい。それにより、発光層5の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0074】

また、有機化合物層50のいずれかの層にキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有する有機EL素子100において、有機化合物層50に含まれる不純物としてのニッケル原子の重量濃度は900 ppm以下であることが好ましい。それにより、発光層5の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0075】

さらに、有機化合物層50のいずれかの層にキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有する有機EL素子100において、有機化合物層50に含まれる不純物としてのナトリウム原子の重量濃度は1000 ppm以下であることが好ましい。それにより、発光層5の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0076】

有機化合物層50のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）およびキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有する有機EL素子100において、有機化合物層50に含まれる不純物としての銅原子の重量濃度は500 ppm以下であることが好ましい。それにより、発光層5の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0077】

また、有機化合物層 50 に含まれる不純物としての銅原子の重量濃度は 200 ppm 以下であることがより好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命をより向上させることができる。

【0078】

また、有機化合物層 50 のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）およびキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有する有機 EL 素子 100 において、有機化合物層 50 に含まれる不純物としてのアルミニウム原子の重量濃度は 800 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0079】

また、有機化合物層 50 のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）およびキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有する有機 EL 素子 100 において、有機化合物層 50 に含まれる不純物としての鉄原子の重量濃度は 1600 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0080】

また、有機化合物層 50 のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）およびキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有する有機 EL 素子 100 において、有機化合物層 50 に含まれる不純物としてのニッケル原子の重量濃度は 1800 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0081】

さらに、有機化合物層 50 のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）およびキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有する有機 EL 素子 100 において、有機化合物層 50 に含まれる不純物としてのナトリウム原子の重量濃度は 2000 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0082】

有機化合物層 50 の少なくとも 1 層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）を含有し、上記少なくとも 1 層の重量が有機化合物層 50 の重量の 30% 以上である有機 EL 素子において、上記少なくとも 1 層に含まれる不純物としての銅原子の重量濃度は 170 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0083】

また、上記少なくとも 1 層に含まれる不純物としての銅原子の重量濃度は 70 ppm 以下であることがより好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命をより向上させることができる。

【0084】

有機化合物層 50 の少なくとも 1 層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）を含有し、上記少なくとも 1 層の重量が有機化合物層 50 の重量の 30% 以上である有機 EL 素子において、上記少なくとも 1 層に含まれる不純物としてのアルミニウム原子の重量濃度は 270 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0085】

有機化合物層 50 の少なくとも 1 層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）を含有し、上記少なくとも 1 層の重量が有機化合物層 50 の重量の 30% 以上である有機 EL 素子において、上記少なくとも 1 層に含まれる不純物としての鉄原子の重量濃度は 270 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0086】

有機化合物層 50 の少なくとも 1 層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）を含有し、上記少なくとも 1 層の重量が有機化合物層 50 の重量の 30% 以上である有機 EL 素子において、上記少なくとも 1 層に含まれる不純物としてのニッケル原子の重量濃度は 300 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0087】

有機化合物層 50 の少なくとも 1 層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB

）を含有し、上記少なくとも 1 層の重量が有機化合物層 50 の重量の 30% 以上である有機 EL 素子において、上記少なくとも 1 層に含まれる不純物としてのナトリウム原子の重量濃度は 340 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0088】

有機化合物層 50 の少なくとも 1 層にキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有し、上記少なくとも 1 層の重量が有機化合物層 50 の重量の 30% 以上である有機 EL 素子において、上記少なくとも 1 層に含まれる不純物としての鉄原子の重量濃度は 270 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0089】

有機化合物層 50 の少なくとも 1 層にキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有し、上記少なくとも 1 層の重量が有機化合物層 50 の重量の 30% 以上である有機 EL 素子において、上記少なくとも 1 層に含まれる不純物としてのニッケル原子の重量濃度は 300 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0090】

有機化合物層 50 の少なくとも 1 層にキノリン誘導体（例えば、Alq）を含有し、上記少なくとも 1 層の重量が有機化合物層 50 の重量の 30% 以上である有機 EL 素子において、上記少なくとも 1 層に含まれる不純物としてのナトリウム原子の重量濃度は 340 ppm 以下であることが好ましい。それにより、発光層 5 の発光効率および発光寿命を向上させることができる。

【0091】

なお、本実施の形態においては、有機化合物層 50 の各層に用いる有機化合物として NPB および Alq を用いたが、これに限定されるものではなく、トリス（2-フェニルピリジン）イリジウム（Tris(2-phenylpyridine)iridium）（Ir(ppy)₃ と略記してもよい）等のイリジウム化合物誘導体、白金化合物誘導体および銅フタロシアニン（CuPc）誘導体等の金属錯体を用いてもよい。なお、銅フタロシアニンを構成する銅は、上記の不純物としての銅原子には含まれ

ない。

【0092】

また、本実施の形態では、有機EL素子100は、ガラス基板1上にホール注入電極2、有機化合物層50および電子注入電極8が順に積層された構造を有するが、これに限定されるものではなく、ガラス基板1上にホール注入電極2、ホール輸送層4、発光層5、電子注入層7および電子注入電極8が順に積層された構造を有してもよい。

【0093】

【実施例】

以下の実施例では、有機化合物層に含まれる各種金属原子の濃度が異なる有機EL素子を作製し、発光層5の発光特性を測定した。なお、金属原子の重量濃度の測定方法として、上記実施の形態に係るICP法を用いた。

【0094】

ここで、電流密度 20 mA/cm^2 での発光層5の発光効率を測定した。また、発光寿命として、定電流で発光層5を連続発光させたときの発光層5の初期輝度 1500 cd/cm^2 時の半減期を測定した。

【0095】

本実施例においては、ガラス基板1上にホール注入電極2、ホール輸送層4、発光層5、電子注入層7および電子注入電極8が順に積層された構造を有する有機EL素子を用いた。

【0096】

ホール注入電極2はITOからなる金属化合物であり、ホール輸送層4はNPBからなる。この場合、ホール輸送層4がフェニルアミノ基を有する化合物を含む有機化合物膜に相当する。また、発光層5はAlqからなり、電子注入層7はフッ化リチウム(LiF)からなる。さらに、電子注入電極8はアルミニウムからなる。ホール輸送層4および発光層5の厚みは、それぞれ 700 Å である。この場合、発光層5がキノリノール基を有する化合物を含む有機化合物膜に相当する。

【0097】

本実施例では、NPBおよびAlqの生成時の昇華精製の回数を変えて不純物濃度が異なる複数種類のNPBおよびAlqを生成し、それらのNPBおよびAlqを用いて発光層5の発光特性を測定した。

【0098】

(実施例1)

実施例1では、ホール輸送層4に含まれる銅原子の重量濃度を測定し、その重量濃度を有する有機EL素子における発光層5の発光効率および発光寿命を測定した。

【0099】

実施例1では、ホール輸送層4に含まれる銅原子の重量濃度が40ppm、80ppm、100ppm、200ppm、500ppm、800ppm、1100ppmおよび1500ppmの8種の有機EL素子を用いた。その測定結果を表1に示す。

【0100】

【表1】

銅原子含有量 (ppm)	発光効率 (cd/A)	発光寿命 (hr)
1500	1.9	130
1100	2.0	150
800	2.9	170
500	3.3	350
200	3.9	400
100	4.0	400
80	4.0	415
40	4.1	420

【0101】

表1に示すように、銅原子の重量濃度 (ppm) が低下するにつれて、発光効率 (cd/cm²) は上昇した。また、銅原子の重量濃度 (ppm) が低下するにつれて、発光寿命 (hr) も長くなった。

【0102】

特に、発光寿命においては、銅原子の重量濃度が40～500ppmの場合、

発光寿命は350時間以上となり、銅原子の重量濃度が800～1500ppmの場合の発光寿命と比べ2倍以上長くなった。さらに、銅原子の重量濃度が200ppm以下の場合、発光寿命は400時間以上となった。

【0103】

以上の結果から、ホール輸送層4に含まれる銅原子の重量濃度は500ppm以下であることが好ましい。また、ホール輸送層4に含まれる銅原子の重量濃度は200ppm以下であることがより好ましい。

【0104】

(実施例2)

実施例2では、ホール輸送層4に含まれるアルミニウム原子の重量濃度を測定し、その重量濃度を有する有機EL素子における発光層5の発光効率および発光寿命を測定した。

【0105】

図2はホール輸送層4に含まれるアルミニウム原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【0106】

図2に示すように、アルミニウム原子の重量濃度が800ppm以下になると発光効率は最大値(300ppmの場合)の90%以上を確保することができた。

【0107】

以上の結果から、ホール輸送層4に含まれるアルミニウム原子の重量濃度は800ppm以下であることが好ましい。

【0108】

(実施例3)

実施例3では、ホール輸送層4に含まれるナトリウム原子の重量濃度を測定し、その重量濃度を有する有機EL素子における発光層5の発光効率および発光寿命を測定した。

【0109】

図3はホール輸送層4に含まれるナトリウム原子の重量濃度に対する発光効率

の結果を示すグラフである。

【0110】

図3に示すように、ナトリウム原子の重量濃度が1000ppm以下になると発光効率は最大値（600ppmの場合）の90%以上を確保することができた。

【0111】

以上の結果から、ホール輸送層4に含まれるナトリウム原子の重量濃度は1000ppm以下であることが好ましい。

【0112】

（実施例4）

実施例4では、ホール輸送層4に含まれる鉄原子の重量濃度を測定し、その重量濃度を有する有機EL素子における発光層5の発光効率および発光寿命を測定した。

【0113】

図4はホール輸送層4に含まれる鉄原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【0114】

図4に示すように、鉄原子の重量濃度が800ppm以下になると発光効率は最大値（400ppmの場合）の90%以上を確保することができた。

【0115】

以上の結果から、ホール輸送層4に含まれる鉄原子の重量濃度は800ppm以下であることが好ましい。

【0116】

（実施例5）

実施例5では、ホール輸送層4に含まれるニッケル原子の重量濃度を測定し、その重量濃度を有する有機EL素子における発光層5の発光効率および発光寿命を測定した。

【0117】

図5はホール輸送層4に含まれるニッケル原子の重量濃度に対する発光効率の

結果を示すグラフである。

【0118】

図5に示すように、ニッケル原子の重量濃度が900ppm以下になると発光効率は最大値（400ppmの場合）の90%以上を確保することができた。

【0119】

以上の結果から、ホール輸送層4に含まれるニッケル原子の重量濃度は900ppm以下であることが好ましい。

【0120】

（実施例6）

実施例6では、発光層5に含まれるナトリウム原子の重量濃度を測定し、その重量濃度を有する有機EL素子における発光層5の発光効率および発光寿命を測定した。

【0121】

図6は発光層5に含まれるナトリウム原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【0122】

図6に示すように、ナトリウム原子の重量濃度が1000ppm以下になると発光効率は最大値（600ppmの場合）の90%以上を確保することができた。

【0123】

以上の結果から、発光層5に含まれるナトリウム原子の重量濃度は1000ppm以下であることが好ましい。

【0124】

（実施例7）

実施例7では、発光層5に含まれる鉄原子の重量濃度を測定し、その重量濃度を有する有機EL素子における発光層5の発光効率および発光寿命を測定した。

【0125】

図7は発光層5に含まれる鉄原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【0126】

図7に示すように、鉄原子の重量濃度が800ppm以下になると発光効率は最大値（400ppmの場合）の90%以上を確保することができた。

【0127】

以上の結果から、発光層5に含まれる鉄原子の重量濃度は800ppm以下であることが好ましい。

【0128】

（実施例8）

実施例8では、発光層5に含まれるニッケル原子の重量濃度を測定し、その重量濃度を有する有機EL素子における発光層5の発光効率および発光寿命を測定した。

【0129】

図8は発光層5に含まれるニッケル原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【0130】

図8に示すように、ニッケル原子の重量濃度が900ppm以下になると発光効率は最大値（400ppmの場合）の90%以上を確保することができた。

【0131】

以上の結果から、発光層5に含まれるニッケル原子の重量濃度は900ppm以下であることが好ましい。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明の実施の形態に係る有機EL素子の構造を示す模式図である。

【図2】

ホール輸送層4に含まれるアルミニウム原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【図3】

ホール輸送層4に含まれるナトリウム原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【図 4】

ホール輸送層 4 に含まれる鉄原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【図 5】

ホール輸送層 4 に含まれるニッケル原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【図 6】

発光層 5 に含まれるナトリウム原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【図 7】

発光層 5 に含まれる鉄原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【図 8】

発光層 5 に含まれるニッケル原子の重量濃度に対する発光効率の結果を示すグラフである。

【符号の説明】

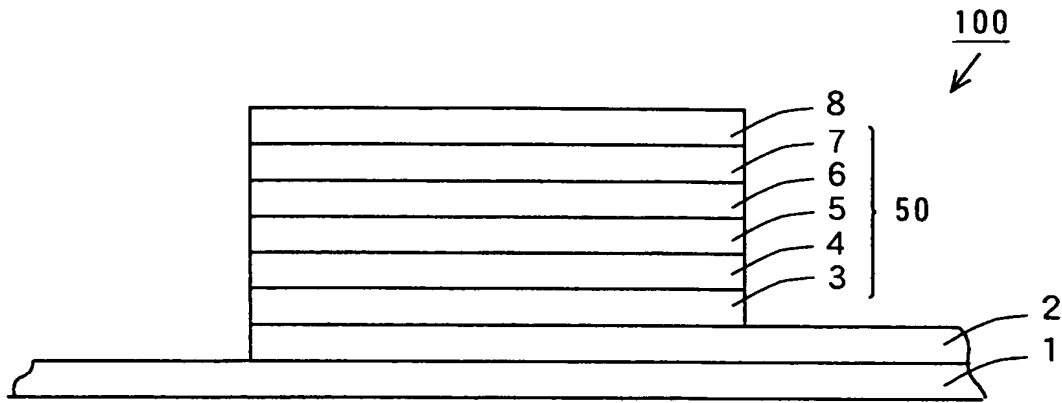
50 有機化合物層

100 有機エレクトロルミネッセンス素子

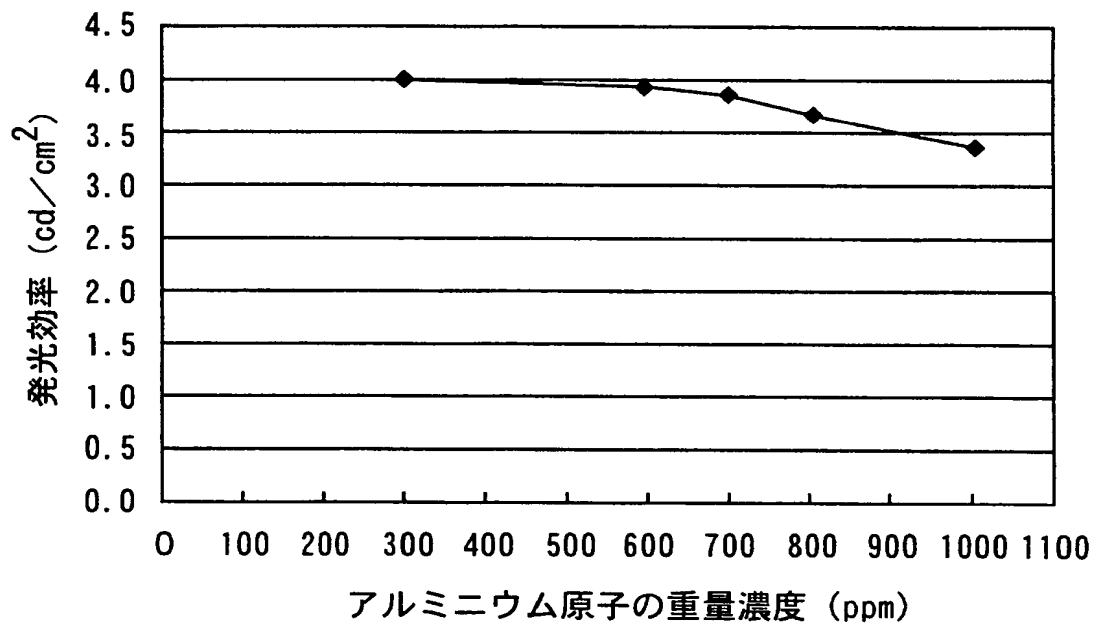
【書類名】

図面

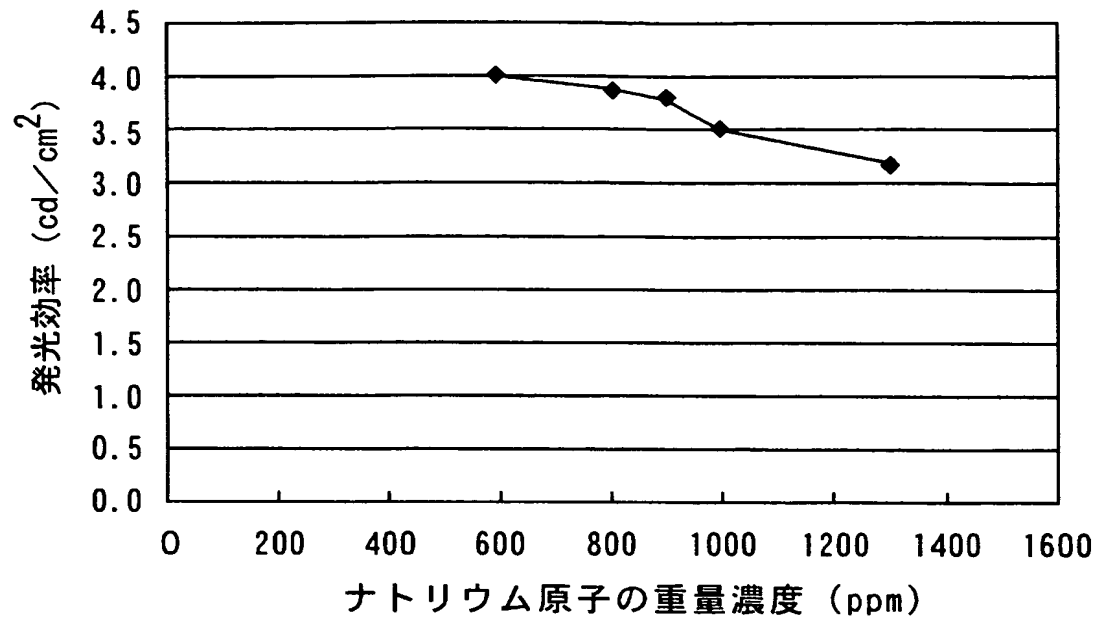
【図 1】



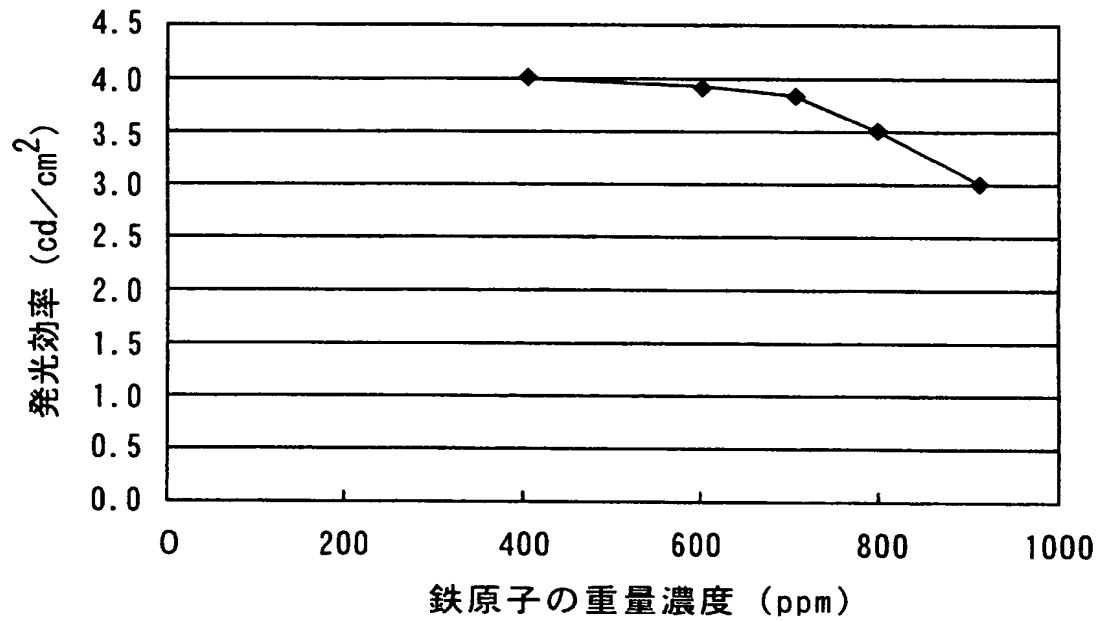
【図 2】



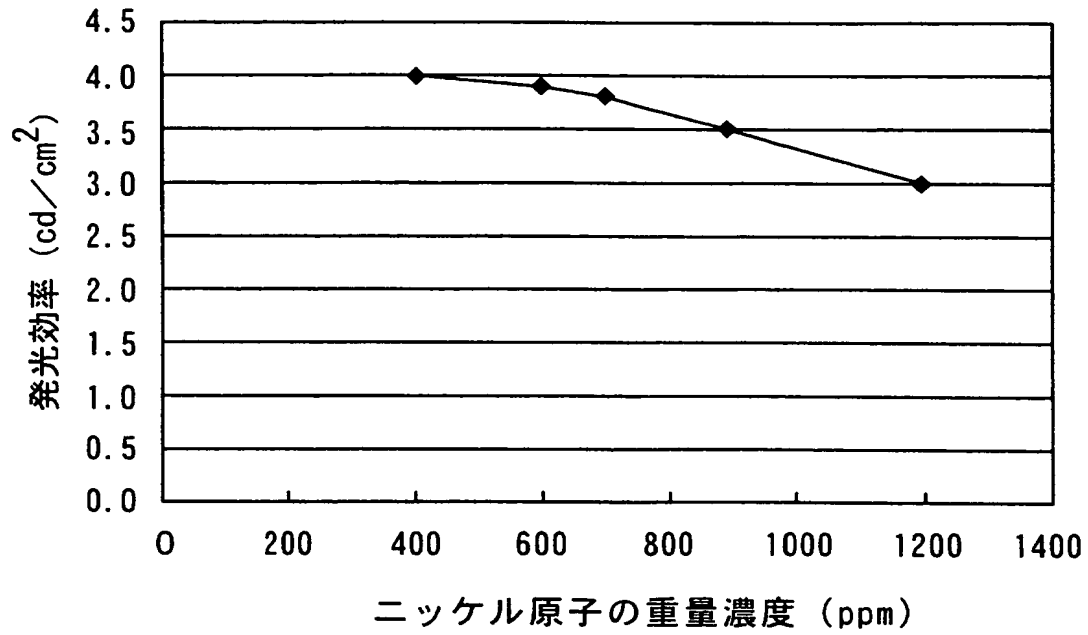
【図 3】



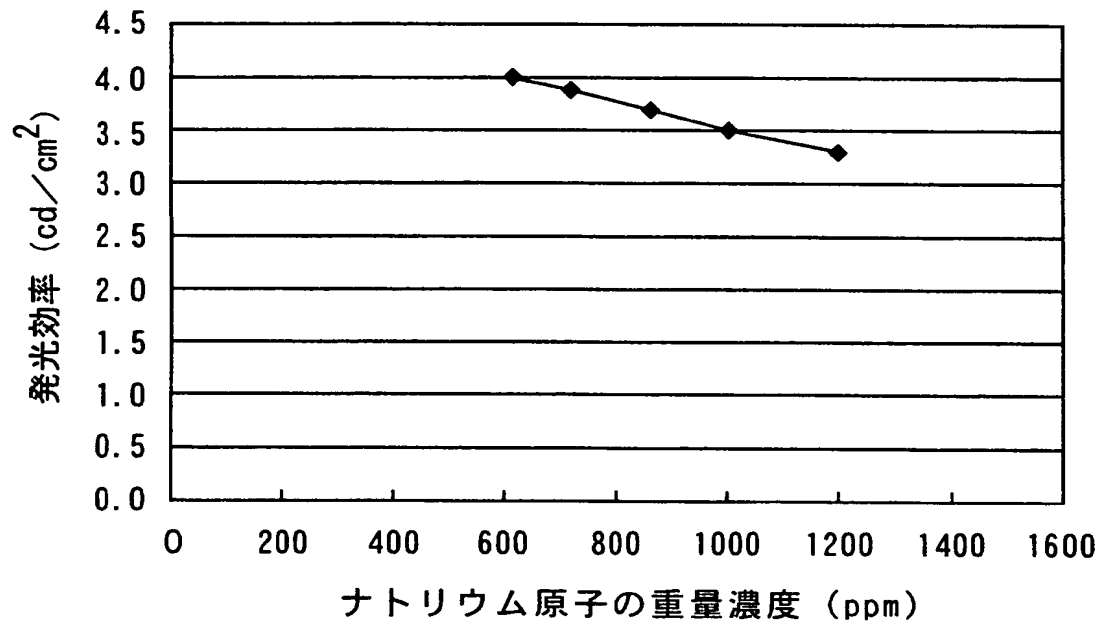
【図 4】



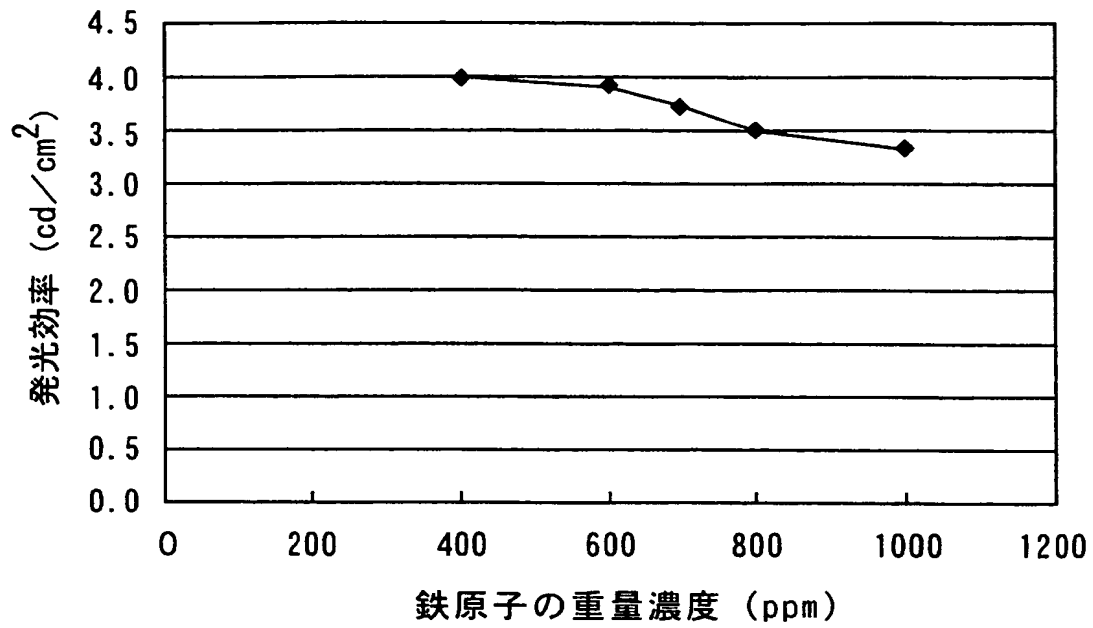
【図 5】



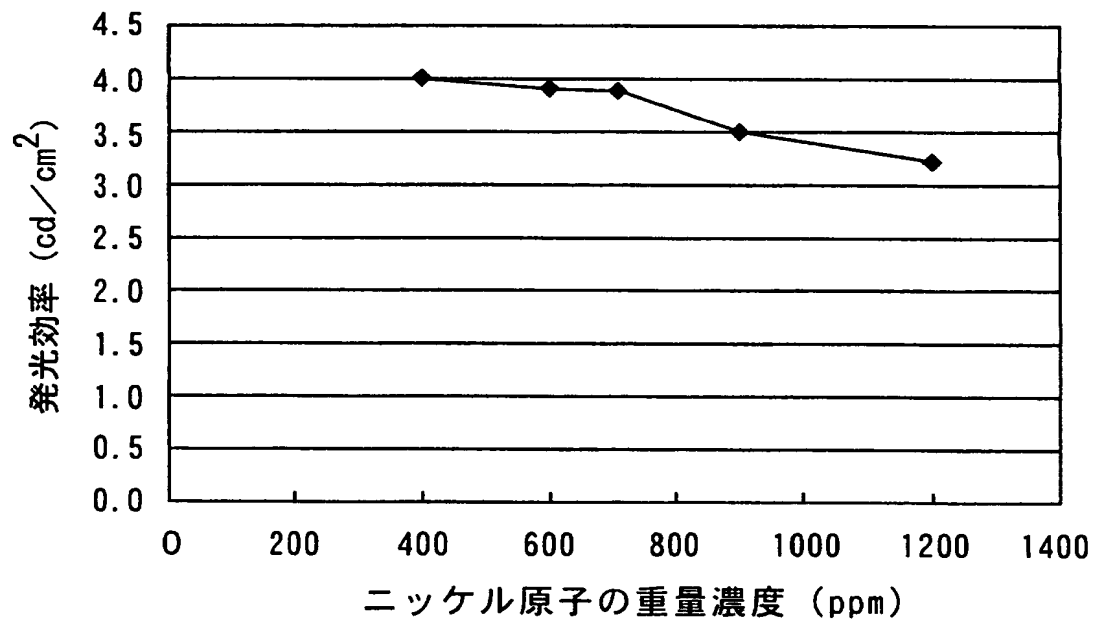
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 有機化合物層中の特定の不純物を制御することにより、発光効率および発光寿命が向上された有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 有機化合物層 50 のいずれかの層にフェニルアミン誘導体（例えば、NPB）を含む有機EL素子 100 において、有機化合物層 50 に含まれる銅原子の重量濃度を 500 ppm 以下に制御し、有機化合物層 50 に含まれるアルミニウム原子の重量濃度を 800 ppm 以下に制御し、有機化合物層 50 に含まれる鉄原子の重量濃度を 800 ppm 以下に制御する。また、有機化合物層 50 に含まれるニッケル原子の重量濃度を 900 ppm 以下に制御し、有機化合物層 50 に含まれるナトリウム原子の重量濃度を 1000 ppm 以下に制御する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 9 7 3 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 8 8 9]

1. 変更年月日 1 9 9 3 年 1 0 月 2 0 日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号

氏 名 三洋電機株式会社